VIDEO BASIC

20 VIDEOLEZIONI DI BASIC
PER IMPARARE COL C16

GRUPPO
EDITORIALE
JACKSON

I computer del futuro
L'intelligenza artificiale
Il BASIC e la memorizzazione dei programmi
Gli interrupt
Usare la ROM
Videoesercizi
Videogioco n° 20

20

C16

commodore 16 plus 4

VIDEOBASIC C 16
Pubblicazione quattordicinale
edita dal Gruppo Editoriale Jackson
Direttore Responsabile:
Giampietro Zanga
Direttore e Coordinatore Editoriale: Roberto Pancaldi
Autore: Softidea -
Via Indipendenza 88-90 - Como
Redazione software:
Giuliano Cremonesi
Francesco Franceschini
Progetto grafico:
Studio Nuovidea - via Longhi, 16 - Milano
Impaginazione:
Moreno Confalone
Illustrazioni:
Cinzia Ferrari, Silvano Scolari
Fotografie:
Marcello Longhini
Distribuzione: SODIP
Via Zuretti, 12 - Milano
Fotocomposizione: Lineacomp S.r.l.
Via Rosellini, 12 - Milano
Stampa: Grafika '78
Via Trieste, 20 - Pioltello (MI)
Direzione e Redazione:
Via Rosellini, 12 - 20124 Milano
Tel. 02/6880951/5

Tutti i diritti di riproduzione e pubblicazione di disegni, fotografie, testi sono riservati.
© Gruppo Editoriale Jackson 1986.
Autorizzazione alla pubblicazione Tribunale di Milano n° 422 del 22-9-1984
Spedizione in abbonamento postale Gruppo II/70 (autorizzazione della Direzione Provinciale delle PPTT di Milano).
Prezzo del fascicolo L. 8.000
Abbonamento comprensivo di 5 raccoglitori L. 165.000
I versamenti vanno indirizzati a: Gruppo Editoriale Jackson S.p.A. - Via Rosellini, 12 20124 Milano, mediante emissione di assegno bancario o cartolina vaglia oppure utilizzando il c.c.p. n° 11666203.
I numeri arretrati possono essere richiesti direttamente all'editore inviando L. 10.000 cdu. mediante assegno bancario o vaglia postale o francobolli.
Non vengono effettuate spedizioni contrassegno.

GRUPPO EDITORIALE
JACKSON
DIVISIONE GRANDI OPERE

SOMMARIO

HARDWARE **2**
I computer del futuro.
I calcolatori del passato. Uno sguardo al futuro. I computer a superconduttori. I computer paralleli. Intelligenza artificiale.

IL LINGUAGGIO **10**
Risparmiare tempo e memoria.
Come lavora il BASIC: i puntatori.
La memorizzazione dei programmi.
Gli interrupt.

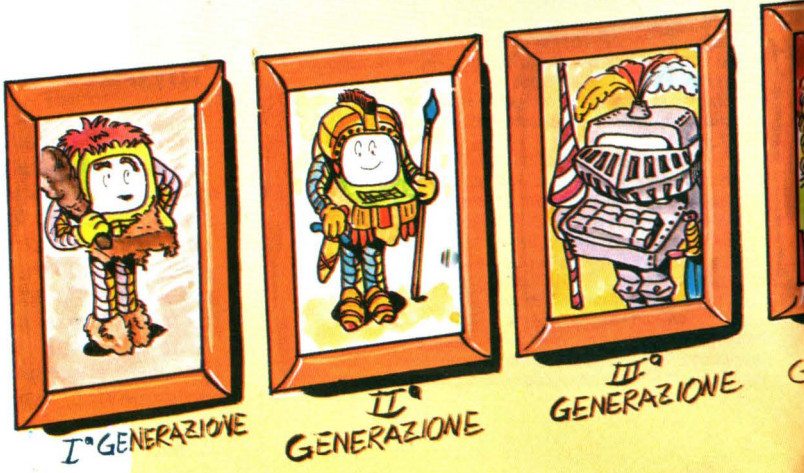
LA PROGRAMMAZIONE **24**
Usare la ROM.
Disassemblato del LM.

Introduzione

Il tuo C16 ha qualità e pregi impensabili sino a pochi anni fa; quello che i laboratori di ricerca ci stanno preparando, però va ben oltre: computer ultraveloci, capaci di elaborare più informazioni in parallelo, ma soprattutto computer "intelligenti". La fantascienza, insomma, non è più tanto futuribile.
Per restare, comunque, coi piedi nel presente dobbiamo perfezionare quanto appreso e apprendere del nuovo.
Ecco allora come risparmiare tempo e memoria, i puntatori, gli interrupt, e ancora linguaggio macchina.
Morale. Se il computer non ragiona e parla ancora come un uomo, occorre saper ragionare e parlare come il computer.

I computer del futuro

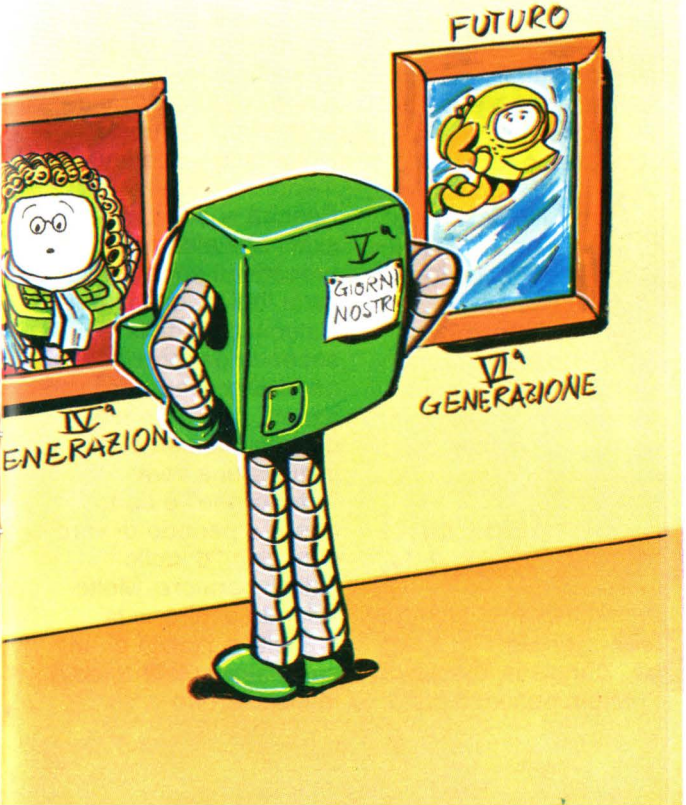
Per quanto molte persone ritengano tuttora il contrario, i computer non lavorano assolutamente per magia: ormai sappiamo benissimo che tutti i risultati ottenibili mediante un elaboratore elettronico non sono altro che il prodotto di un complesso e velocissimo insieme di operazioni elementari, svolte all'interno dei circuiti e delle memorie della macchina. Ciò che ad alcuni può ancora sembrare fantastico, è in realtà un preciso e logico sviluppo di un settore tecnologico che poggia su solide e rigorose basi teoriche e scientifiche.
Soltanto fino a pochi decenni fa nessuno avrebbe tuttavia potuto pronosticare la nascita e soprattutto lo sviluppo di una tecnologia così rivoluzionaria come quella elettronica: non esisteva infatti alcun presupposto che lasciasse intravvedere un avvenire così carico di sviluppi. Adesso che viviamo in pieno nella cosiddetta "era



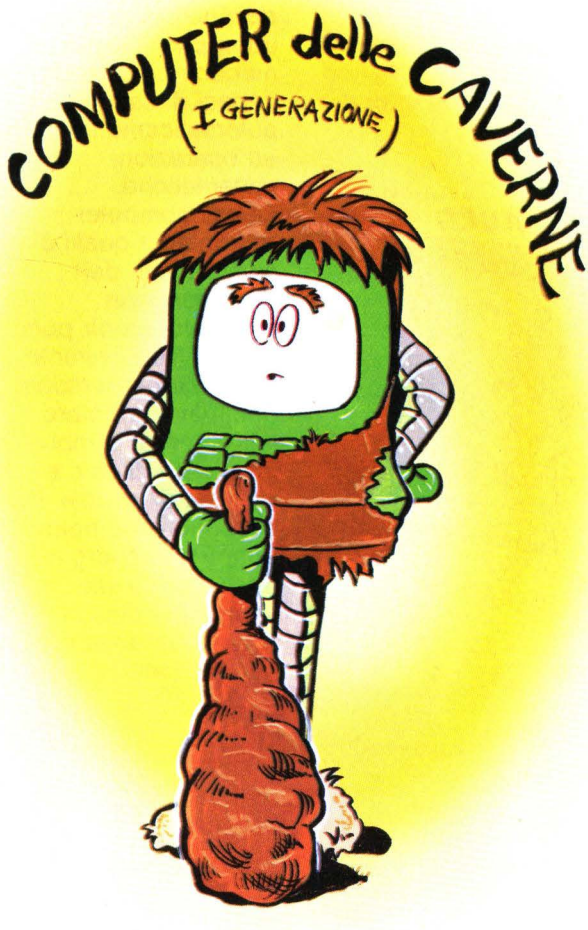
elettronica" abbiamo invece sufficienti "orizzonti" per poter immaginare quali saranno i probabili progressi nel settore dei computer.
Le strade che in questo momento vengono battute dagli studiosi di tutto il mondo meritano comunque di essere descritte e analizzate.

I calcolatori del passato

Prima di pensare al futuro diamo innanzitutto un'occhiata al passato: il detto "preparati al futuro guardando nel passato" è più che mai appropriato per chi, come noi, desidera fondare in maniera concreta le proprie ipotesi. Trascurando gli studi e le teorie logiche che hanno consentito la nascita e l'evoluzione del calcolo automatico, andiamo all'inizio degli anni '50, quando ancora nel campo elettronico imperavano le valvole e i diodi. La guerra era finita da poco e i calcolatori erano appena agli albori: in quel periodo cominciarono comunque ad apparire le prime macchine elettroniche capaci di eseguire automaticamente calcoli ed operazioni matematiche.
Questi computer raffrontati a quelli di oggi sembravano dei dinosauri, con dimensioni a dir poco enormi (l'equivalente di un moderno personal occupava un intero laboratorio), composti da chilometri di cavi e migliaia di valvole. In più consumavano notevoli quantità di energia elettrica. Adesso vengono indicati come "computer della prima generazione".



Le macchine di questo tipo erano principalmente a disposizione dei grossi centri di ricerca militari od universitari e di grandi industrie: l'hardware era infatti troppo ingombrante e soggetto a guasti per garantire immediati sviluppi o applicazioni commerciali. Anche per il software le cose non andavano molto meglio: linguaggio macchina e linguaggi simbolici elementari di tipo assemblatore ponevano grossi limiti di utilizzo. Però, pian piano gli elaboratori cominciarono comunque a diffondersi: occorreva però renderli più affidabili e meno ingombranti. Il fatto decisivo fu la scoperta del transistor. In un computer un transistor assolve la stessa funzione di una valvola: il transistor consuma però molto meno energia delle valvole, è di dimensioni molto minori e soprattutto dispone di una vita media di gran lunga superiore. Inoltre, - fatto anche questo essenziale - costano meno.



Benché sostanzialmente simili agli elaboratori precedenti sotto l'aspetto della logica, questi nuovi sistemi (detti della seconda generazione) se ne distaccavano per vari aspetti, primo tra tutti il dimensionamento. Iniziava una vera "rivoluzione" e con quella il periodo di vero e proprio "decollo" dell'elaboratore. Molte aziende capirono la praticità e l'utilità di un calcolatore elettronico e lo installarono

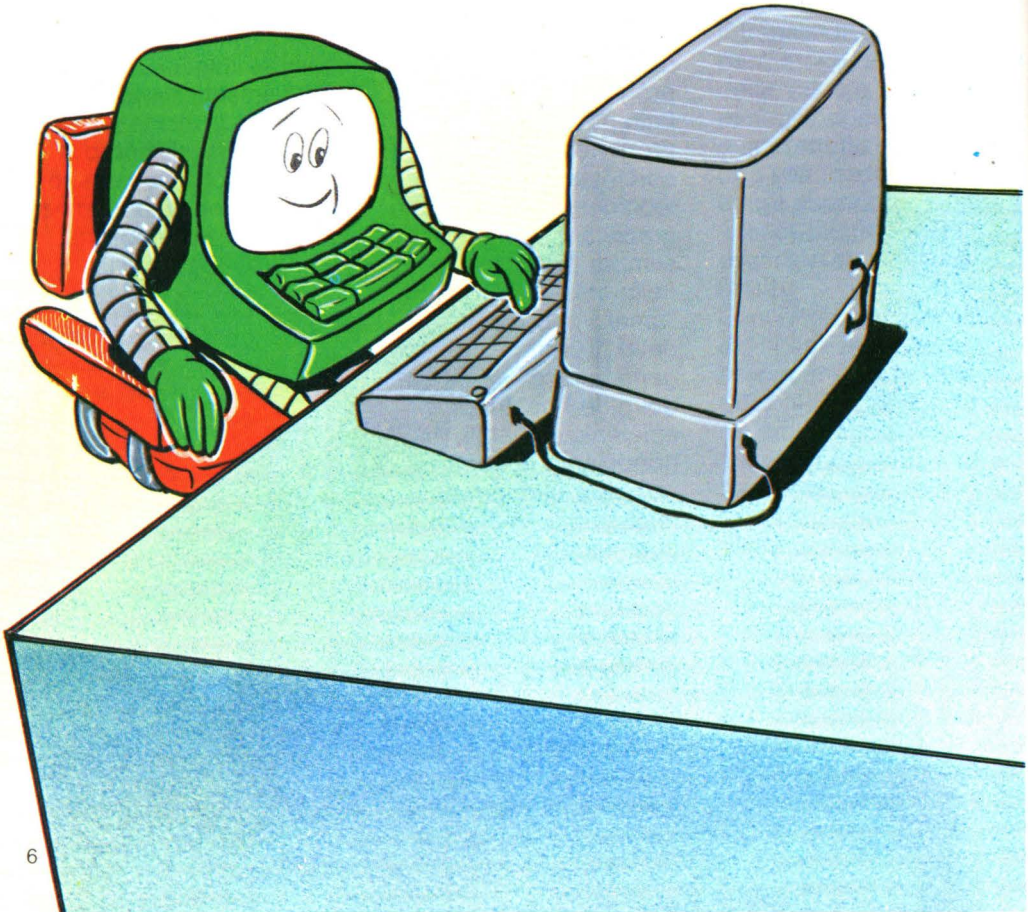
richiedendo nello stesso tempo una maggiore potenza e ancora più elevata velocità di elaborazione. Nuove possibilità di elaborazione apparvero con l'introduzione delle memorie a nucleo magnetico, allargando ulteriormente le applicazioni e i possibili sviluppi.
Il più grosso passo avanti venne comunque fatto con la creazione dei circuiti integrati o chip: questa nuova tecnologia generò gli elaboratori della "terza generazione". I circuiti integrati introdussero nuovi miglioramenti, miniaturizzando e raffinando i componenti della seconda generazione. Essi inoltre costavano ancora meno delle "vecchie" piastre a transistor.
Contemporaneamente agli sviluppi dell'hardware, anche la programmazione aveva fatto passi da gigante, proponendo in continuazione nuove tecniche e applicazioni, grazie a linguaggi sempre più potenti e nello stesso tempo più "umani". I computer della "quarta generazione" sono quelli dei giorni nostri: piccoli, efficienti, affidabili, ma - nonostante le apparenze - ancora ulteriormente migliorabili. Vediamo in quali modi.

Uno sguardo al futuro

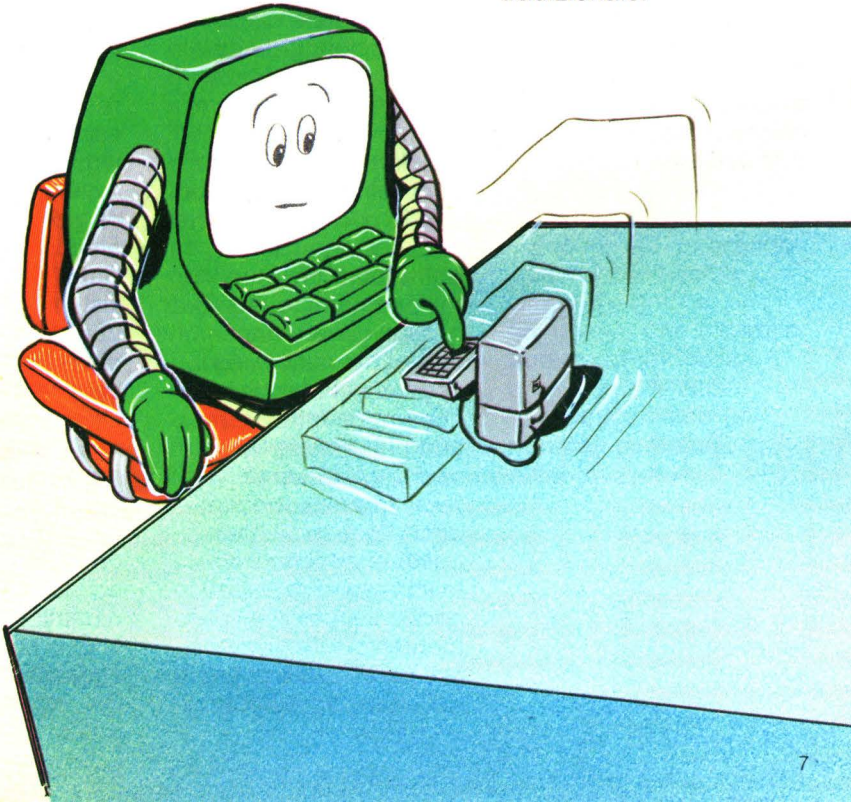
La ricerca scientifica è già a uno stadio avanzato: si stanno infatti battendo molte strade, sia "hardware" che "software". Le principali aree di studio dal punto di vista costruttivo riguardano soprattutto la superconduttività e l'elaborazione parallela, mentre l'informatica vera e propria punta tutte le proprie speranze verso quel settore di indagine, estremamente stimolante, che prende il nome di "intelligenza artificiale". Al solito, lo scopo è quello di realizzare elaboratori sempre migliori, sempre più versatili, sempre più utili; che lavorino più in fretta, memorizzino più informazioni, richiedano meno potenza, occupino meno spazio e costino sempre meno.

I computer a superconduttori

In realtà, i computer a superconduttori esistono già da qualche tempo: tuttavia le possibilità di sviluppo che essi sembrano in grado di offrire li pongono in un settore che appartiene più al domani che all'oggi.
I computer attualmente costruiti hanno raggiunto velocità di elaborazione talmente elevate da poter essere confrontate alle velocità con cui gli elettroni si muovono nei circuiti elettronici. È chiaro che se gli spostamenti degli elettroni all'interno dell'elaboratore (ricordiamoci che il flusso degli elettroni all'interno dei circuiti costituisce la corrente elettrica) sono più lenti delle possibilità di calcolo dell'unità centrale, il tempo di esecuzione è costretto a subire un rallentamento. In altre parole, le informazioni impiegano un certo tempo (per quanto piccolissimo) per



andare da un punto all'altro dei circuiti elettronici: se questo tempo è superiore a quello della velocità di calcolo della CPU, questa è per forza di cose costretta a "rallentare", con ovvie conseguenze sulla velocità di lavoro dell'intero sistema. Questo problema, a prima vista apparentemente insolubile (non esiste infatti alcuna possibilità di "accelerare" il moto degli elettroni nei conduttori, essendo quest'ultimo una caratteristica specifica dei materiali), viene allora risolto ricorrendo a particolari leghe di metalli conduttori, che godono della singolare proprietà di opporre - a temperature estremamente basse (più di 100 gradi al di sotto dello zero!) - una resistenza al moto degli elettroni di gran lunga più bassa di quella che offrono alle normali temperature ambientali. Il problema viene quindi brillantemente risolto: le velocità di elaborazione dei computer a superconduttori (superconduttività è il nome del processo fisico che abbiamo appena visto) raggiungono infatti valori assolutamente impensabili nei comuni computer a tecnologia tradizionale.



I computer paralleli

L'idea che sta alla base della tecnica dei computer paralleli è di una semplicità quasi disarmante: anziché usare una sola unità centrale, nei computer paralleli si utilizzano più unità centrali, che lavorano in modo simultaneo o, come si usa dire più comunemente, in parallelo. Le possibilità che si propongono sono estremamente allettanti: teoricamente basta aggiungere altre CPU e le potenzialità di elaborazione di qualsiasi computer diventano praticamente senza limiti.

Naturalmente, come nella maggior parte dei progetti che a parole sembrano "semplici", gli spazi di azione che separano il dire dal fare appaiono estremamente impegnativi.
I problemi principali dei computer paralleli non risiedono infatti unicamente nelle pure e semplici disposizioni circuitali (tutt'altro che facili da risolvere), ma anche (e soprattutto) nelle modalità di programmazione che queste macchine richiedono.
Occorre infatti disporre di un linguaggio che riesca a "sincronizzare" le operazioni di tutte le CPU, evitando interferenze ed accavallamenti reciproci, con le ovvie (e deleterie) conseguenze che ne potrebbero derivare. A tutt'oggi un linguaggio di questo genere non esiste: i tentativi finora sperimentati lasciano comunque intravvedere ben più di semplici speranze. In tempi recentissimi sono state comunque prodotte e poste in commercio macchine di questo tipo, anche se, per il momento non possono essere sfruttate al pieno delle loro possibilità.

Intelligenza artificiale

L'intelligenza artificiale è senza alcun dubbio il settore che nello sviluppo della scienza dei computer avrà la maggiore influenza sul nostro modo di vivere nei prossimi decenni.
Per generazioni gli scrittori di fantascienza hanno pronosticato l'evoluzione di macchine più o meno intelligenti, capaci di assolvere molte delle funzioni eseguibili soltanto dagli esseri umani. Con ogni probabilità le vicende di androidi e umanoidi resteranno però di esclusivo dominio della lettura fantastica e avveniristica.
Al giorno d'oggi si pensa piuttosto alle macchine "intelligenti" come a sistemi capaci di prendere determinate decisioni al momento più opportuno.
L'esatta definizione dell'intelligenza di una macchina è un argomento in continua evoluzione: per quanto gli esperti si accaniscano in continui dibattiti su questo tema, si può comunque accettare come definizione standard

quella che venne proposta nei "lontani" anni '40 da un vero e proprio pioniere dell'informatica: Alan Turing. Piuttosto che elencare una serie di criteri da soddisfare per classificare un computer come intelligente, egli si limitò a dare una opinione ben più pratica del problema.
Turing affermò che se una persona non è in grado di distinguere se certe risposte le arrivano da una macchina o da un'altra persona, allora la macchina che ha eventualmente elaborato quelle risposte è da classificarsi come intelligente. Tale prova costituisce la base del famoso "Test di Turing", nel quale un operatore umano deve sostenere - attraverso una tastiera e un terminale - una certa conversazione, cercando di costringere l'interlocutore a svelare la propria identità di uomo o di macchina.
I centri di ricerca di tutto il mondo stanno portando avanti studi e indagini sulla intelligenza artificiale, e sembra che anche in questo caso sia solo questione di anni per arrivare a risultati effettivi. Il Giappone ha già anticipato tutti, annunciando che il suo elaboratore della "quinta generazione" vedrà la luce al massimo entro il 1995.
L'intelligenza artificiale ha già fatto il suo ingresso in molti settori, come per esempio quello dei "sistemi esperti": con questo nome si intendono quegli elaboratori specializzati in grado di eseguire un certo compito altrettanto bene (e in alcuni casi anche meglio) degli esperti umani. Un tipico esempio di utilizzo di questa tecnologia lo possiamo vedere tutti i giorni guardando le previsioni del tempo, elaborate quotidianamente appunto mediante l'ausilio di sistemi esperti. Anche nel campo delle diagnosi mediche sembra si stiano facendo passi da gigante: l'ipotesi del computer-dottore non è quindi troppo azzardata.
La maggior parte degli studi sull'intelligenza artificiale vengono condotti utilizzando particolari linguaggi, creati appositamente per questo scopo (in genere LISP e PROLOG). Poiché questi ultimi richiedono potenze di calcolo ben superiori a quelle offerte dai piccoli computer, nelle nostre case l'intelligenza artificiale entrerà tra pochi anni grazie alla telematica che consentirà di collegare l'home computer ad un grande sistema intelligente.
Ciò non significa comunque che il campo non sia affrontabile - anche se a livello hobbystico - con un normale personal computer.

Risparmiare tempo e memoria

Nella programmazione, come in molti altri settori del lavoro umano, è stata costruita una scala di valori, che classifica le varie tecniche in "buono", "non molto buono", "pessimo". Quando hai cominciato a usare il tuo C16, essere in grado di scrivere un programma funzionante era già di per sé un valido risultato. Adesso che sei diventato molto più padrone della situazione, e disponi di conoscenze e capacità che inizialmente non avevi, è giunto il momento di affrontare un discorso che - a prima vista - ti potrebbe sembrare poco rilevante, ma che in realtà è importantissimo per migliorare la tua tecnica di programmazione. Vogliamo infatti vedere come migliorare ed aumentare la velocità di esecuzione dei tuoi programmi BASIC, senza per questo influenzarne la qualità, la leggibilità e l'occupazione di memoria. Non sempre velocità di esecuzione e risparmio di memoria sono conciliabili: esiste comunque un certo numero di "trucchetti", che di volta in volta possono tornare utili. Vediamone quindi alcuni:

● **Istruzioni multiple.**
Il porre più istruzioni in una stessa linea aiuta a minimizzare la lunghezza del programma, risparmiando sui numeri di linea e di conseguenza sull'occupazione di memoria. Lo svantaggio e la limitazione principale di questa tecnica risiede però nella scarsa leggibilità e nella difficile modificabilità delle varie righe. È quindi meglio non abusare troppo con questa pratica.

● **Variabili.**
Le variabili dovrebbero essere chiamate con i nomi più brevi possibili. Questo aiuta a risparmiare memoria ed accelera il lavoro dell'interprete BASIC. Anche le costanti (sia numeriche che alfanumeriche) - se utilizzate di frequente - conviene assegnarle a delle variabili. Per esempio, anziché scrivere:

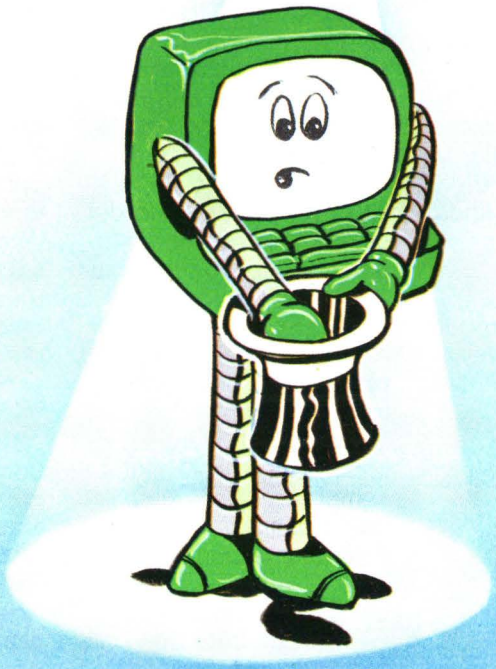
```
10 POKE 15143,12:POKE 15143,70:POKE 15143,20
```

conviene fare:

```
10 LET A=15143:POKE A,12:POKE A,70:POKE A,20
```

L'interprete BASIC dovrà in questo modo convertire una sola volta il numero 15143 in un formato comprensibile alla CPU, riducendo oltretutto anche lo spazio occupato in memoria.

● **REM.**
Bisogna limitare al massimo l'uso dei commenti nei programmi. Questa indicazione sembra in apparente contraddizione con quanto avevamo detto finora, e cioè che la documentazione dei programmi dovrebbe essere la più abbondante possibile. I programmatori più esperti risolvono allora il problema conservando due copie dello stesso programma: la prima, commentata in tutti i suoi aspetti, serve per capire il funzionamento del programma e per apportarvi eventuali modifiche; la seconda, che dovrà girare nel computer, viene privata di qualsiasi commento, in modo da evitare "inutili" sprechi di memoria.



● **GOTO.**
Ogni volta che l'interprete deve eseguire un salto la sequenza delle istruzioni subisce un improvviso cambiamento, spostandosi a un altro punto del programma. L'entità di questo cambiamento viene definita specificando nell'istruzione GOTO il numero di linea a cui saltare. L'interprete BASIC non dispone però di tecniche di ricerca particolari per individuare tale numero di linea ed esegue quindi una lenta ricerca sequenziale a partire dall'inizio del programma. Il tempo necessario per eseguire una istruzione di salto dipende dunque dalla lunghezza del testo e dalla distanza della linea indicata nel GOTO dall'inizio del testo. Quando si desidera accelerare al massimo la velocità di esecuzione è pertanto necessario valutare attentamente questo fatto, cercando di limitare al massimo la presenza di GOTO (avvantaggiando anche la leggibilità del programma) o - se proprio non se ne può fare a meno - avvicinando al massimo le istruzioni a cui saltare all'inizio del programma.

● **GOSUB.**
L'utilizzo delle subroutine consente un notevole risparmio di memoria, dal momento che permette di evitare la ripetuta scrittura di gruppi di istruzioni. Per i comandi GOSUB valgono tuttavia le stesse considerazioni fatte per i GOTO; la cosa migliore (e questo è di semplice applicazione) è allora quella di porre tutte le subroutine - all'inizio dei programmi, anziché alla fine come siamo abituati - dando la precedenza (cioè scrivendole prima) a quelle che il programma utilizzerà più frequentemente.
La raccomandazione più importante è comunque sempre la stessa e cioè che qualsiasi programma può diventare notevolmente più corto e veloce, se viene strutturato con una buona logica.

Come lavora il BASIC: i puntatori

Un puntatore è una porzione della memoria del computer (di solito molto piccola: una o due locazioni) il cui contenuto è costituito da indirizzi utili al funzionamento del sistema. Ci spieghiamo meglio con un esempio. Quando accendi il tuo C16, l'interprete BASIC deve mettersi immediatamente nella condizione di accettare le linee di programma che vorresti battere. Per fare questo è chiaramente necessario che l'interprete conosca la zona di memoria in cui dovrà immagazzinare le varie istruzioni; l'indirizzo di tale zona sarà allora contenuto in un apposito puntatore, letto dall'interprete durante la routine di accensione (o inizializzazione) del sistema. In ogni computer esistono numerosi puntatori, ciascuno dei quali con una specifica funzione. La loro principale utilità risiede nel fatto che grazie ad essi è possibile riferirsi con

minimo sforzo a particolari aree della memoria, consentendo quindi, con estrema facilità, eventuali modifiche o aggiornamenti. Tra breve scopriremo che anche la memorizzazione delle linee di programma ricorre ampiamente a questa tecnica.

La memorizzazione dei programmi

Quando batti in BASIC una qualsiasi riga di programma le linee vengono normalmente memorizzate (escludendo eventuali "modifiche" ai puntatori) a partire dal byte

4097

puntato dai due byte 43 e 44 della pagina zero.
La struttura delle istruzioni è la seguente:

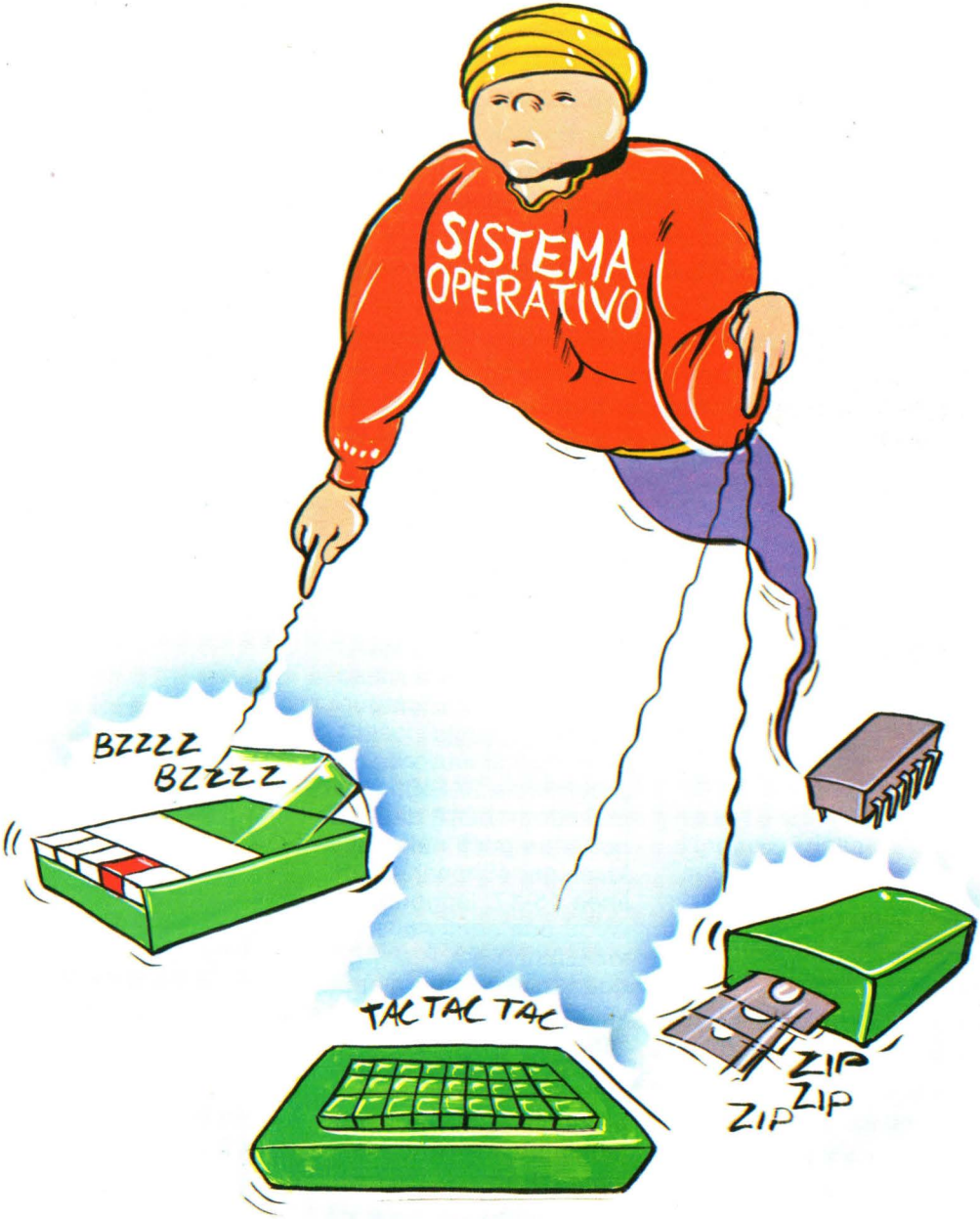
- 2 byte di LINK (collegamento), che contengono l'indirizzo della successiva linea di programma; l'ultima istruzione del programma - non avendo alcuna riga dopo - ha i due byte di LINK entrambi a zero. Come sempre accade per i byte utilizzati a coppie, il primo byte è quello meno significativo, e il secondo il più significativo.
- 2 byte contenenti il numero della linea BASIC: prima il meno significativo, poi quello più significativo.
- Il testo delle parole BASIC scritte in codice ASCII, dove:

— le parole e i simboli riservati occupano un solo byte. Per risparmiare memoria le parole riservate vengono infatti convertite in particolari codici numerici, chiamati TOKEN. Così, per esempio, la parola GOTO non viene memorizzata con 4 lettere separate ("G", "O", "T", "O") e quindi con 4 byte, ma con l'unico codice 137;
— tutte le altre parti che compongono la linea sono invece espresse carattere per carattere.

- La linea termina con un byte a zero.

Da quanto abbiamo appena detto risulta che tre byte consecutivi a zero segnalano la fine del programma (i tre byte sono rispettivamente il byte terminale dell'ultima linea e i due byte di LINK dell'ipotetica linea successiva).
Se la linea BASIC contiene degli spazi tra una parola e l'altra, essi vengono mantenuti con "spreco" della memoria, ma con guadagno della leggibilità. Non viene invece conservato lo spazio tra il numero di linea e il primo carattere della riga; questo spazio viene tuttavia aggiunto in fase di listing del programma (cioè quando desideri leggere ciò che hai battuto).
Segue un programma che illustra quanto

LINGUAGGIO



appena visto. Esso infatti "legge" se stesso nella memoria del C16.

```
 1 REM PROVAMEN
 5 OPEN4,4:CMD4:PRINT"PROGRAMMA
   IN MEMORIA":PRINT
10 X=256*PEEK(44)+PEEK(43)
15 Y1=PEEK(X):Y2=PEEK(X+1)
17 IF Y1+Y2=0 THEN PRINT X;"**";Y1;Y2:GOTO60
20 PRINT X;"**";Y1;Y2;"LINK=";Y2*256+Y1
25 Y1=PEEK(X+2):Y2=PEEK(X+3)
30 PRINT "NUMERO LINEA:  ";Y2*256+Y1
35 X=X+4:C=0
37 Y1=PEEK(X):IF Y1=0 THEN 55
40 PRINT Y1;"  ";:X=X+1:C=C+1
45 IF C=6 THEN PRINT:C=0
50 GOTO 37
55 PRINT Y1:X=X+1:GOTO 15
60 PRINT#4:CLOSE4:STOP
```

Vediamo brevemente il significato delle varie istruzioni:
linea 5: apre il canale della stampante e stampa l'intestazione;
linea 10: calcola l'indirizzo di inizio del programma BASIC, indicato nel C16 dai due puntatori posti nelle locazioni 43 e 44;
linee 15-17: leggono i valori contenuti nelle locazioni X e X+1: quando entrambi questi valori saranno nulli, significherà che siamo arrivati agli ultimi due byte di LINK e il programma dovrà terminare;
linee 20-55: costituiscono il ciclo principale del programma e stampano il contenuto di tutti i byte che nella memoria del C16 compongono il programma;
linea 60: chiude il canale della stampante e arresta il programma.

Eseguendo il programma otterrai in uscita una cosa del genere:

```
PROGRAMMA IN MEMORIA

 4096 ** 15 16 LINK= 4111
NUMERO LINEA: 1
 143                32  80  82  79  86
 65                 77  69  77  0
 4111 ** 53 16 LINK= 4149
NUMERO LINEA: 5
 159                52  44  52  58  157
 52                 58  153 34  80  82
 79                 71  82  65  77  77
 65                 32  73  78  32  77
 69                 77  79  82  73  65
 34                 58  153 0
......
```

e così via.

Cerchiamo adesso di capire cosa significano queste serie di numeri. Ciascun gruppo di valori è la rappresentazione numerica con cui il tuo C16 ha memorizzato le istruzioni. Per esempio, in corrispondenza di

```
1 REM PROVAMEN
```

troviamo:
4096 che è l'indirizzo da cui parte la memorizzazione dell'istruzione.

15 16: sono i due byte di link (infatti 16*256+15=4111 è l'indirizzo dell'istruzione successiva)

1 è il numero della linea, ottenuto leggendo il terzo e il quarto byte del gruppo di locazioni appartenenti alla linea stessa (vedi righe 25-30 del programma BASIC)

143 è il token della parola riservata REM

32 è il codice ASCII del carattere spazio

80 82 79 86 65 77 69 77 sono i codici ASCII dei caratteri della parola "PROVAMEN"

0 è l'indicatore di fine linea

4111 è l'indirizzo da cui parte la memorizzazione della nuova linea di programma (come sapevamo già dal valore del precedente link)

53 16: sono i due byte di link (16*256+53=4149 è l'indirizzo della successiva istruzione)

5 è il numero della linea, ottenuto nel modo visto in precedenza

159 è il token della parola riservata OPEN

52 44 52 58 sono i codici ASCII dei caratteri 4, 4:

157 è il token di CMD

52 58 sono i codici rispettivamente di 4 e :

153 è il token di PRINT

34 80 82....65 3458 sono i codici ASCII di "PROGRAMMA IN MEMORIA":

153 è sempre il token di PRINT

0 è l'indicatore di fine linea.

Le altre linee del programma possono essere analizzate nel modo appena visto: come esercizio lo lasciamo fare a te.
Il programma che segue effettua lo scroll verso l'alto di una linea spostandola di 1 punto per volta.

SCROLL IN ALTO DI UNA STRINGA

```
 10 POKE56, 63 : POKE55, : 233 CLR
 20 FORI=0TO22 : READA : POKE1636+1,A : NEXT
 30 PRINTCHR$(147)
 40 PRINT"CHE SCRITTA VUOI FAR SCORRERE"
    : PRINT
 50 GETKEY$ : IFA$=CHR$(13)ORLEN(B$)=253
    THEN70
 60 B$=B$+A$:PRINTA$; : GOTO50
 70 B$=B$"  "
 80 L=LEN(B$) : PRINTCHR$(147)
 90 POKE65287,PEEK(65287)AND247
100 FORI=1TOLEN(B$)
110 PRINTCHR$(19)"  ";
120 SYS16361
130 PRINTCHR$(17)CHR$(157)MID$(B$,I,1)
140 FORJ=6TO0STEP-1 : FORK=1TO20 : NEXT
150 POKE65287,(PEEK(65287)AND248)+J
160 NEXTJ
170 NEXTI
180 GOTO100
190 DATA 120, 173, 29, 255, 201, 204, 208, 249
200 DATA 169, 20, 32, 210, 255, 173, 7, 255
210 DATA 9, 7, 141, 7, 255, 88, 96
```

DISASSEMBLATO SCROLL DI UNA LINEA PER PUNTO

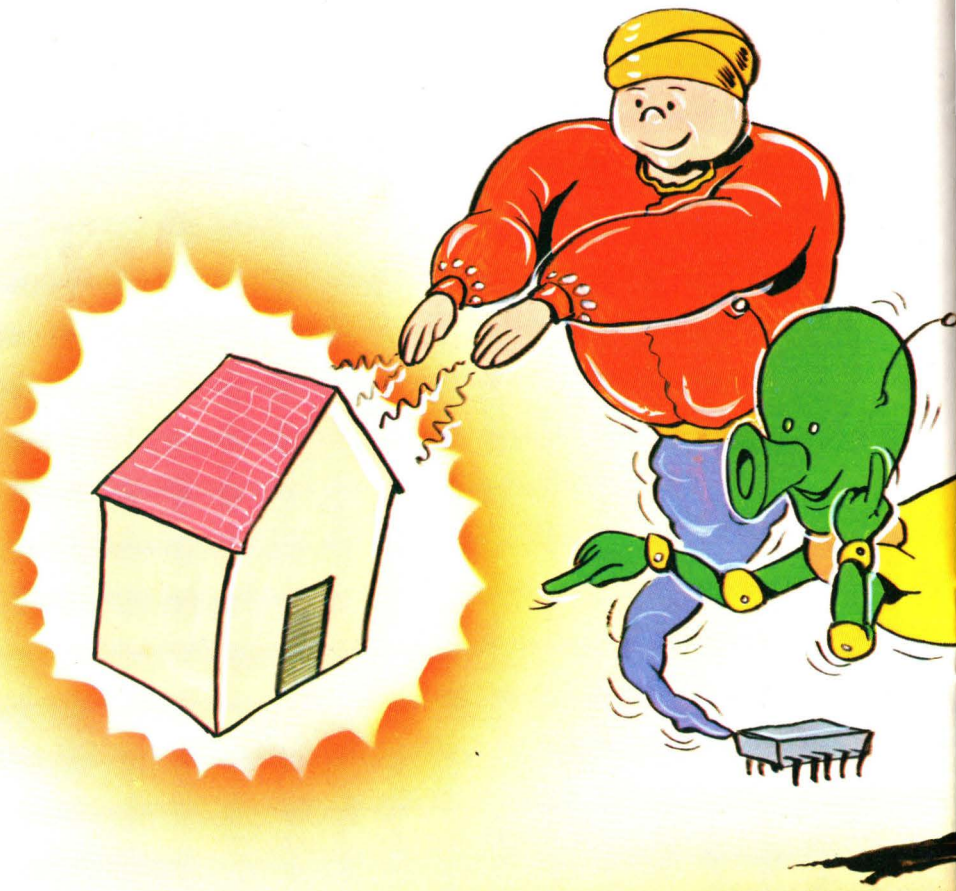
```
MONITOR

   PC   SR  AC  XR  YR  SP
; 0000  00  00  00  00  F8
. 3FE9  78          SEI
. 3FEA  AD  1D  FF  LDA $FF1D
. 3FED  C9  CC      CMP #$CC
. 3FEF  D0  F9      BNE $3FEA
. 3FF1  A9  14      LDA #$14
. 3FF3  20  D2  FF  JSR $FFD2
. 3FF6  AD  07  FF  LDA $FF07
. 3FF9  09  07      ORA #$07
. 3FFB  8D  07  FF  STA $FF07
. 3FFE  58          CLI
. 3FFF  60          RTS
```

LINGUAGGIO

Gli interrupt

La CPU usa l'area di stack per numerose operazioni, tra le quali anche la gestione degli interrupt.

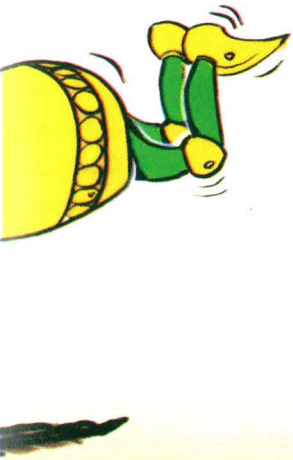
La comunicazione tra la CPU e le periferiche può avvenire con due tecniche diverse. La prima prende il nome di "polling" (interrogazione ciclica): la CPU interroga ciclicamente, secondo un ordine prestabilito, i dispositivi esterni, usando un programma che legge lo stato degli stessi. Quando uno dei dispositivi è pronto a trasmettere o a ricevere un dato la CPU manda il programma necessario all'operazione richiesta. La priorità tra i diversi dispositivi è determinata dall'ordine con cui questi ultimi vengono interrogati.



Questa tecnica presenta un solo vantaggio, e cioè di essere realizzata completamente via software, e quindi di non richiedere circuiteria addizionale per le comunicazioni. Presenta però diversi svantaggi, che in alcuni casi la rendono addirittura impraticabile: la CPU è praticamente occupata per la maggior parte del tempo a interrogare dispositivi, mentre solo una minima parte di questo è impiegata per la comunicazione vera e propria. Inoltre il tempo di risposta della CPU alle richieste dei dispositivi può essere in certi casi troppo lungo: se ad esempio i dispositivi sono parecchi, e uno di essi richiede un'operazione di I/O immediatamente dopo essere stato interrogato, deve aspettare parecchio prima di essere servito; in certi casi questo può comportare la perdita di dati.

La seconda tecnica, che elimina questi svantaggi, è quella degli interrupt. Sono gli stessi dispositivi a segnalare alla CPU la richiesta di un'operazione di I/O, inviando un segnale, (chiamato appunto interrupt, o interruzione) per richiedere alla CPU di interrompere il programma che sta eseguendo, per effettuare l'operazione di I/O. Il servizio di interrupt avviene con un salto a una routine, che prende il nome di routine di servizio dell'interrupt, la quale provvede ad eseguire l'operazione richiesta. Questa tecnica presenta molte analogie con l'esecuzione della subroutine, con la differenza che l'esecuzione della routine di servizio avviene in momenti non prevedibili dal programma, che dipendono dalle esigenze dei dispositivi esterni.

È chiaro che la tecnica degli interrupt elimina gli svantaggi cui si era prima accennato. Il tempo di risposta è infatti limitato solo dalla velocità della CPU per trasferire il controllo da

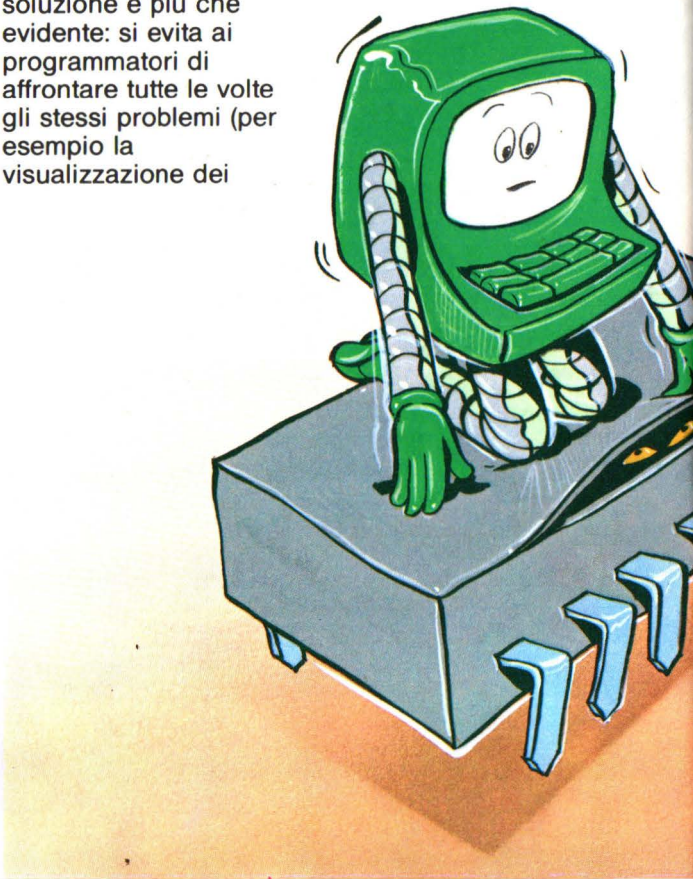


una zona a un'altra della memoria; inoltre l'unità centrale può dedicarsi ad altri programmi, utilizzando in modo più efficiente il suo tempo. La differenza tra polling e interrupt è la stessa che ci sarebbe tra aprire la porta di casa ad intervalli di tempo prefissati, per vedere se c'è qualcuno, e il rispondere al trillo del campanello. La perdita di tempo nel primo caso è evidente, come lo è la scomodità del servizio per chi, desiderando comunicare, deve attendere il successivo controllo per poterlo fare. Dobbiamo però dire che per la gestione delle interruzioni, oltre al dispositivo (il campanello) che segnali la richiesa di comunicazione è necessario predisporre un hardware più complicato. Prima di tutto occorrono una o più linee della CPU dedicate al ricevimento dei segnali di interrupt; in più occorre che lo stesso interrupt si faccia riconoscere dalla CPU, e anche questo rende più complessi i collegamenti; infine, anche se non sempre, è necessaria della circuiteria che consenta il servizio dei diversi dispositivi, in base alla priorità prefissata.
Tuttavia, dal momento che la tecnica dell'interrupt è così vantaggiosa dal punto di vista pratico, quasi tutti i costruttori di computer - escludendo casi particolari - vi ricorrono abitualmente. La possibilità di utilizzo degli interrupt è inoltre estesa anche ai normali programmatori da particolari istruzioni di cui è dotata la CPU. È quindi importante sapere dell'esistenza degli interrupt per due motivi: 1) chiunque li può usare nei propri programmi assembler; 2) il loro funzionamento aiuta a capire tutte quelle azioni che il computer esegue senza che vi sia un intervento diretto della mano dell'uomo.

LINGUAGGIO

Usare la ROM

Esistono molte routine del sistema operativo che possono consentire al programmatore esperto di risparmiare il tempo e la fatica di doverle riscrivere. I progettisti di calcolatori strutturano infatti le routine di sistema in maniera tale da poterle considerare come dei normali sottoprogrammi, richiamabili in qualsiasi momento sia da BASIC che da Assembler. Il vantaggio di una simile soluzione è più che evidente: si evita ai programmatori di affrontare tutte le volte gli stessi problemi (per esempio la visualizzazione dei risultati), consentendo loro di concentrarsi sul problema specifico piuttosto che sul problema generale. Inoltre le routine di sistema - poste nella memoria ROM e quindi non cancellabili - sono scritte e controllate da programmatori professionisti, con la conseguente garanzia di



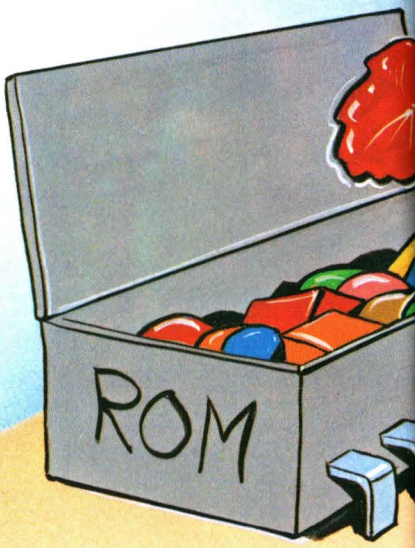
sicuro funzionamento. Per poter utilizzare una qualsiasi di queste routine l'unica cosa che si deve conoscere è l'indirizzo di partenza, oltre naturalmente ai registri del microprocessore che vengono interessati dalla routine stessa. Esistono diversi manuali che descrivono con notevole precisione tutte queste routine; noi tratteremo le principali, spiegando quindi (ed è questo che conta) come utilizzarle nei programmi. Ciascuna di queste routine possiede un particolare nome mnemonico - assegnato dalla casa madre - che le permette di essere distinta in modo semplice e immediato dalle altre. La seguente tabella contiene quindi, oltre all'indirizzo di partenza, anche il nome di ciascuna routine.

NOME	INDIRIZZO	SCOPO
ACPTR	65445	input porta seriale
CHKIN	65478	OPEN canale seriale
CHKOUT	65481	OPEN canale output
CHRIN	65487	input canale
CHROUT	65490	output canale
CIOUT	65448	output porta seriale
CLALL	65511	CLOSE canali e file
CLOSE	65475	CLOSE file logico
CLRCHN	65484	CLOSE canali I/O
GETIN	65512	GET car. buff. tast.
IOBASE	65523	ind. base dev. I/O
LOAD	65493	LOAD
MEMBOT	65436	Read/Set inizio mem.
MEMTOP	65433	Read/Set fine mem.
OPEN	65472	OPEN
PLOT	65520	Read/Set pos. curs.
RDTIM	65502	legge il clock
RESTOR	65415	riprist. vett. e I/O
SAVE	65496	SAVE
SCNKEY	65439	scansione tastiera
SETMSG	65424	messaggi KERNAL
STOP	65505	STOP

Come esempio di utilizzo di una di queste routine, vediamo in che modo è possibile stampare qualcosa sullo schermo. Dalla tabella appena scritta si deduce che la routine adibita alla visualizzazione dei caratteri sul video è CHROUT; essa richiede semplicemente che, prima della chiamata, il codice ASCII del carattere da visualizzare venga posto nell'accumulatore. Dovremo quindi memorizzare un certo codice nell'accumulatore e chiamare la routine tante volte quanti saranno i caratteri che vogliamo far stampare. Per stampare la parola "ciao", potremo quindi scrivere:

```
LDA #$43   ;ASCII di "C"
JSR FF4C

LDA #$49   ;ASCII di "I"
JSR FF4C

LDA #$41   ;ASCII di "A"
JSR FF4C

LDA #$4F   ;ASCII di "O"
JSR FF4C
```

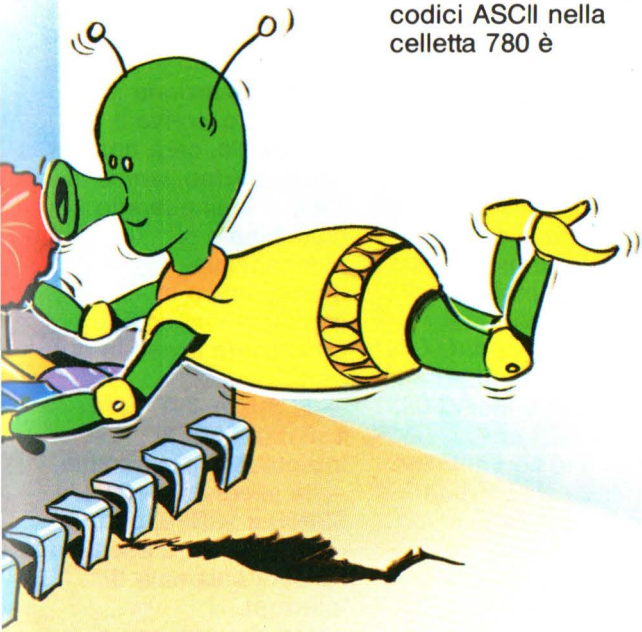
Come puoi vedere, il fatto di conoscere l'esistenza di CHROUT ci ha evitato qualsiasi preoccupazione per quanto riguarda l'uscita dei risultati sul video. La chiamata avviene semplicemente attraverso la solita istruzione JSR (Jump to SubRoutine), a ulteriore dimostrazione che nella ROM le routine si trovano - come è d'altra parte logico che sia - scritte in forma di sottoprogrammi.



Se avessimo voluto risolvere lo stesso problema in BASIC senza dover ricorrere all'istruzione PRINT, avremmo potuto scrivere:

```
10 FOR I=1 TO 4
20 READ A:POKE 780,A
30 SYS65356
40 NEXT I
50 DATA 67,73,65,79
```

Il programma è in pratica l'equivalente BASIC di quanto abbiamo appena visto in Assembler. Con un ciclo FOR....NEXT si leggono l'uno dopo l'altro i quattro codici ASCII corrispondenti ai caratteri della parola CIAO, si memorizzano nella locazione 780, visualizzandoli quindi sullo schermo.
La preventiva memorizzazione dei codici ASCII nella celletta 780 è necessaria, perché questa locazione rappresenta uno pseudo-registro, che al momento di una chiamata SYS diventa il valore attuale del registro A (accumulatore) della CPU. In altre parole, al momento di eseguire una SYS (immediatamente prima) l'interprete BASIC trasferisce il valore di questa locazione nel registro A; ai fini del programma la locazione 780 può pertanto essere tranquillamente identificata con l'accumulatore stesso. È chiaro come questo programma non sia assolutamente da utilizzare nell'uso "normale": con una semplicissima PRINT avremmo infatti svolto lo stesso compito di questo ciclo FOR....NEXT, con un minor utilizzo della memoria e oltretutto a vantaggio della velocità di esecuzione. Lo scopo dell'esempio era esclusivamente quello di farti vedere come è possibile utilizzare la ROM sia nei programmi BASIC che in quelli Assembler, adottando la tecnica del ricorso ai sottoprogrammi di sistema del tuo computer.



A titolo di applicazione di quanto abbiamo visto sulla gestione degli interrupt, proviamo ora ad esaminare un breve programma, nel quale - utilizzando la routine di interrupt - faremo girare per lo schermo un aeroplano sulla scritta "INTERRUPT MODIFICATO".
Per realizzare il nostro scopo "intercettiamo" la routine di interrupt, facciamo le operazioni necessarie per muovere l'aeroplano e torniamo alla normale routine di interrupt. Per intercettare la routine di interrupt basta porre nei byte $0312, $0313 l'indirizzo di partenza della routine che si vuole inserire e finire la stessa con l'istruzione JMP $CE42.

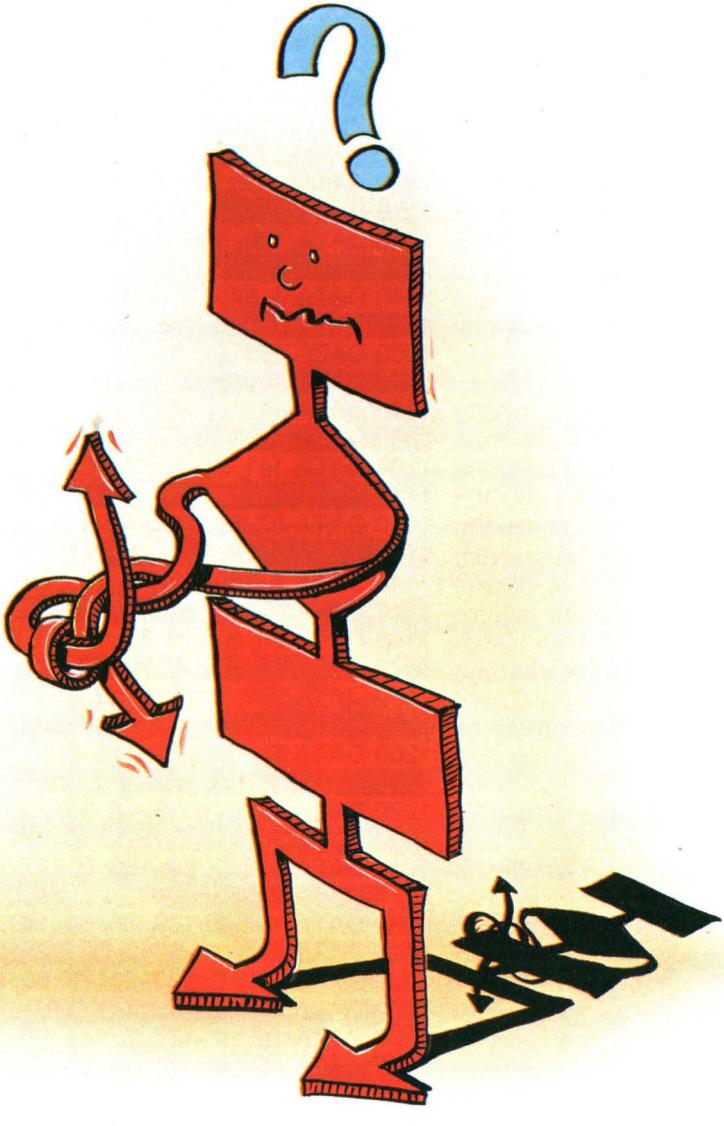
Questo programma mostra anche come puoi far muovere di un punto alla volta un carattere che si sovrappone ai caratteri che incontra e che li lascia inalterati una volta che li ha superati. Il nostro aeroplanino è lungo 8 punti: per descriverlo usiamo però 16 byte di memoria per poterlo far scorrere di un punto alla volta.
Per ricordare quali sono i due caratteri che sono coperti dalla nostra figura usiamo 2 buffer, memorizziamo cioè nel buffer di "destra" il carattere "sotto" la punta e nel buffer di "sinistra" quello sotto la coda; fatti otto passi avanti riportiamo la figura in posizione 0 e facciamo avanzare i due caratteri di una posizione. A questo punto dovremo mettere dove prima c'era la coda il contenuto del buffer di sinistra, nel buffer di sinistra il contenuto del buffer di destra e nel buffer di destra ciò che era davanti alla figura. Infine, per poter sovrapporre l'immagine dell'aeroplanino alle immagini dei caratteri che esso "sorvola" teniamo 16 byte in cui facciamo scorrere l'immagine dell'aeroplano. Per visualizzarlo poniamo nei byte riservati ai caratteri di D/CODE 126 e 127 l'immagine dell'aeroplanino dopo aver eseguito la OR con i corrispondenti byte delle descrizioni dei caratteri i cui code D/CODE sono contenuti nel buffer.
Il programma BASIC INTERRUPT abbassa i puntatori di fine memoria, pone in memoria il programma in linguaggio macchina, pone la descrizione dei caratteri in RAM (da $3800 in poi; verranno però usati solo i caratteri minuscoli che iniziano in $3C00), seleziona il set minuscolo, scrive il messaggio, crea una finestra video, lancia la routine in linguaggio macchina e si autocancella.
Il programma in linguaggio macchina può essere diviso in due parti:
— la prima, INT1, (da $3B10 a $3B54) inizializza il programma.
— la seconda, INT2, (da $3B58 a $3BF9) è la parte che verrà eseguita ad ogni chiamata di interrupt.
I byte che servono al programma in linguaggio

macchina per lavorare sono:
$3B00 - $3B0F: contengono la descrizione dell'aeroplano che cambia ad ogni chiamata di interrupt.
$3B55: buffer di sinistra.
$3B56: buffer di destra.
$3B57: posizione dell'aeroplano nella matrice.
$3FF0 - $3FFF: sono i 16 byte che descrivono i caratteri di D/CODE 126 e 127: contengono la descrizione dell'aeroplanino dopo che ha subito la OR con le immagini dei caratteri il cui D/CODE è nel buffer.

```
  10 POKE 56, 59 : POKE 55, 0 : CLR
  11 FORI=0TO249 : READA : POKE15104+I,A : NEXT
  20 POKE 65299, (PEEK(65299)AND3)+56
  30 POKE 65298, PEEK(65298)AND251
  40 A$="INTERRUPT MODIFICATO"
  41 PRINTCHR$(147)CHR$(14)CHR$(8)A$
  50 PRINT : PRINTCHR$(27)+"I" : SYS15120 : NEW
1000 DATA8, 12, 204, 255, 255, 204, 12, 8
1010 DATA 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
1020 DATA 120, 169, 212, 133, 4, 169, 60, 133
1030 DATA 6, 160, 0, 132, 3, 132, 5, 177
1040 DATA 3, 145, 5, 200, 208, 249, 230, 4
1050 DATA 230, 6, 165, 4, 201, 216, 208, 239
1060 DATA 169, 0, 141, 87, 59, 169, 12, 133
1070 DATA 4, 169, 0, 133, 3, 173, 0, 12
1080 DATA 141, 85, 59, 173, 1, 12, 141, 86
1090 DATA 59, 169, 59, 141, 19, 3, 169, 88
1100 DATA 141, 18, 3, 88, 96, 0, 0, 0
1110 DATA 173, 87, 59, 201, 8, 240, 87, 238
1120 DATA 87, 59, 162, 7, 94, 0, 59, 126
1130 DATA 8, 59, 202, 16, 247, 160, 7, 162
1140 DATA 1, 189, 85, 59, 133, 5, 169, 0
1150 DATA 133, 6, 6, 5, 38, 6, 6, 5
1160 DATA 38, 6, 6, 5, 38, 6, 169, 60
1170 DATA 24, 101, 6, 133, 6, 177, 5, 202
1180 DATA 208, 9, 25, 8, 59, 153, 248, 63
1190 DATA 76, 161, 59, 25, 0, 59, 153, 240
1200 DATA 63, 232, 202, 16, 204, 136, 16, 199
1210 DATA 160, 0, 169, 126, 145, 3, 200, 169
1220 DATA 127, 145, 3, 76, 66, 206, 169, 0
1230 DATA 141, 87, 59, 162, 7, 189, 8, 59
1240 DATA 157, 0, 59, 169, 0, 157, 8, 59
1250 DATA 202, 16, 242, 173, 85, 59, 160, 0
1260 DATA 145, 3, 173, 86, 59, 141, 85, 59
1270 DATA 230, 3, 165, 3, 201, 39, 208, 16
1280 DATA 169, 0, 133, 3, 173, 85, 59, 141
1290 DATA 39, 12, 173, 0, 12, 141, 85, 59
1300 DATA 160, 1, 177, 3, 141, 86, 59, 76
1310 DATA 109, 59
```

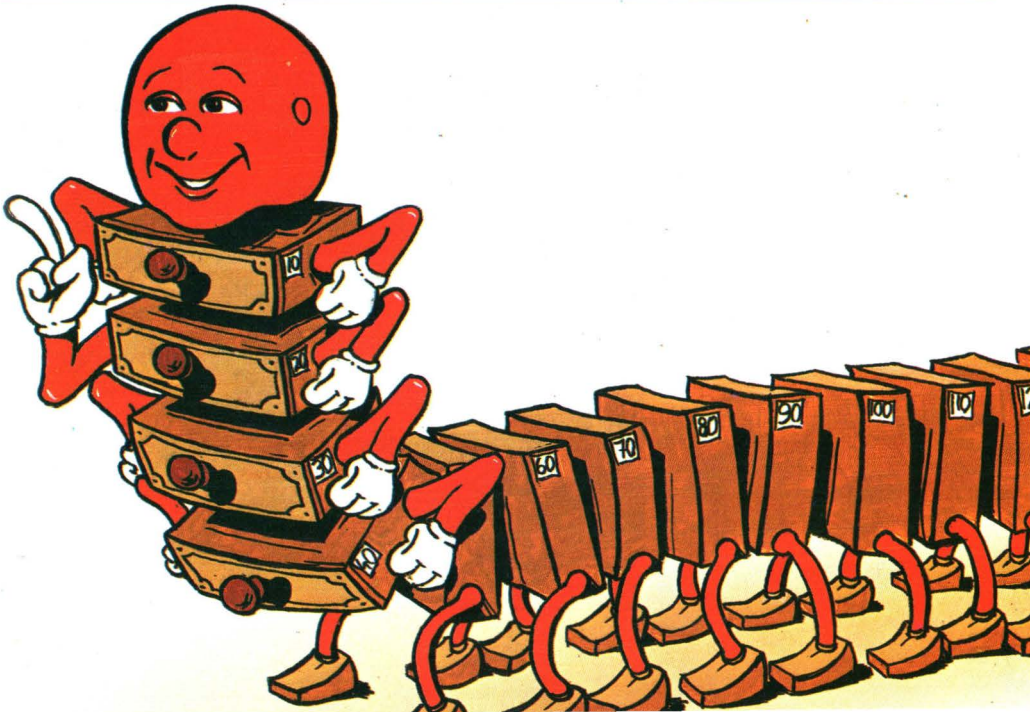
Animazione in LM

Muovere sul video uno sprite in LM è tutt'altra cosa rispetto al BASIC. Il cuore del programma è nel codice macchina pokato a partire dall'indirizzo 819.



PROGRAMMAZIONE

```
10 DATA 0, 16, 144, 87, 61, 253, 12, 12, 56, 126, 254, 215, 255, 171, 130, 198, 13, 13,
   15, 15, 15
20 DATA 15, 63, 63, 252, 254, 255, 255, 255, 255, 255, 255, 63, 127, 255, 255, 127, 61,
   120, 240
30 DATA 255, 254, 252, 252, 254, 255, 247, 98
40 DATA A0, 00, 98, A0, 26, A2, FF, CA, D0, FD, 88, D0, F8, A8, A9, 20, 99, 00, 0C
50 DATA 99, 01, 0C, 99, 28, 0C, 99, 29, 0C, 99, 50, 0C, 99, 51, 0C, A6, C6, E0, 0D,
   D0, 01, 60
60 DATA E0, 0C, D0, 05, C0, 00, F0, 0A, 88, E0, 37, D0, 05, C0, 26, F0, 01, C8
70 DATA 18, A9, 00, 99, 00, 0C, 69, 01, 99, 01, 0C
80 DATA 69, 01, 99, 28, 0C, 69, 01, 99, 29, 0C, 69, 01, 99, 50, 0C, 69, 01, 99, 51, 0C
90 DATA 4C, 35, 03
100 POKE 52, 32 : POKE 56, 32
110 FORC=14336TO14847 : POKEC,0 : NEXT
120 FORC=14336TO14383 : READA : POKEC, A : NEXT
130 FORC=819TO911 : READA$ : POKEC, DEC(A$) : NEXT
140 PRINT "■"
150 POKE65299, (PEEK(65299)AND3)+56
160 POKE65298, PEEK(65298)AND251
170 SYS819
180 POKE65299, (PEEK(65299)AND3)+208
190 POKE65298, PEEK(65298)OR4
```



Disassemblato del LM

Ecco il disassemblato del programma in LM.

IND. MEMORIA	CODICE ESADECIMALE			ASSEMBLY	
0333	A0	00		LDY	#$00
0335	98			TYA	
0336	A0	26		LDY	#$26
0338	A2	FF		LDX	#$FF
033A	CA			DEX	
033B	D0	FD		BNE	$033A
033D	88			DEY	
033E	D0	F8		BNE	$0338
0340	A8			TAY	
0341	A9	20		LDA	#$20
0343	99	00	0C	STA	$0C00, Y
0346	99	01	0C	STA	$0C01, Y
0349	99	28	0C	STA	$0C28, Y
034C	99	29	0C	STA	$0C29, Y
034F	99	50	0C	STA	$0C50, Y
0352	99	51	0C	STA	$0C51, Y
0355	A6	C6		LDX	$C6
0357	E0	0D		CPX	#$0D
0359	D0	01		BNE	$035C
035B	60		RTS		
035C	E0	0C		CPX	#$0C
035E	D0	05		BNE	$0365
0360	C0	00		CPY	#$00
0362	F0	0A		BEQ	$036E
0364	88			DEY	
0365	E0	37		CPX	#$37
0367	D0	05		BNE	$036E
0369	C0	26		CPY	#$26
036D	C8			INY	
036E	18			CLC	
036F	A9	00		LDA	#$00
0371	99	00	0C	STA	$0C00, Y
0374	69	01		ADC	#$01
0376	99	01	0C	STA	$0C01, Y
0379	69	01		ADC	#$01
037B	99	28	0C	STA	$0C28, Y
037E	69	01		ADC	#$01
0380	99	29	0C	STA	$0C29, Y
0383	69	01		ADC	#$01
0385	99	50	0C	STA	$0C50, Y
0388	69	01		ADC	#$01
038A	99	51	0C	STA	$0C51, Y
038D	4C	35	03	JMP	$0335

GRUPPO
EDITORIALE
JACKSON